

**WEST****End of Result Set**

Generate Collection

Print

L3: Entry 1 of 1

File: EPAB

Sep 9, 1999

PUB-NO: DE019806905A1

DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 19806905 A1

TITLE: Equipment measuring rheological properties of solids and liquids, especially paint or plastic films

PUBN-DATE: September 9, 1999

## INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

PECHHOLD, WOLFGANG

DE

MUECKE, SYLVIA

DE

NOTHELFER-RICHTER, ROLF

DE

## ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

PECHHOLD

DE

APPL-NO: DE19806905

APPL-DATE: February 19, 1998

PRIORITY-DATA: DE19806905A (February 19, 1998)INT-CL (IPC): G01 N 11/16; G01 N 11/10EUR-CL (EPC): G01N011/16; G01N033/32

## ABSTRACT:

CHG DATE=20000103 STATUS=O>The test body is a thin plate (1) coated with material under investigation. Its multipoint mountings, transmit forces to a mechanical-to-electrical transducer (2).

THIS PAGE BLANK (US, F.O.)



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 06 905 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 N 11/16**  
G 01 N 11/10  
// G 01 N 33/44,33/26

②① Aktenzeichen: 198 06 905.7  
②② Anmeldetag: 19. 2. 98  
④③ Offenlegungstag: 9. 9. 99

DE 198 06 905 A 1

⑦① Anmelder:  
Pechhold, Wolfgang, Prof. Dr., 89155 Erbach, DE

⑦② Erfinder:  
Pechhold, Wolfgang, Prof. Dr., 89155 Erbach, DE;  
Mücke, Sylvia, Dr., 89233 Neu-Ulm, DE;  
Nothelfer-Richter, Rolf, Dr., 89160 Dornstadt, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
DE-Z.: Materialprüfung 31 (1989), 11-12,  
S. 381-384;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Einrichtung zur Bestimmung viskoelastischer Kenngrößen eines festen oder flüssigen Stoffes

⑤⑦ Es wird eine Einrichtung zur Bestimmung von viskoelastischen Kenngrößen von festen oder flüssigen Stoffen angegeben, die in Form dünner Schichten vorliegen. Damit können diese Kenngrößen zum Beispiel für Lacke oder Kunststoffbeschichtungen ermittelt werden, die ihre endgültigen Eigenschaften erst nach dem Trocknen oder Aushärten annehmen. Eine dünne, dämpfungsarm gelagerte, mit dem zu untersuchenden Stoff beschichtete Platte (1) aus dämpfungsarmem Material wird als Probenkörper benutzt. Sie wird durch ein Aktorsystem zu Torsions- oder Biegeschwingungen angeregt. Mittels eines Sensorsystems werden die Resonanzfrequenzen und die jeweiligen Dämpfungen erfaßt und ausgewertet. Aus den Änderungen der Resonanzfrequenzen und Dämpfungswerte lassen sich der dynamische Schubmodul und der dynamische Elastizitätsmodul des Beschichtungsmaterials berechnen.

DE 198 06 905 A 1

ist und deren Kontur in Fig. 1 mit 1a bezeichnet ist, ist an einem dünnen, am Sockel befestigten, steifen Draht 6 beweglich aufgehängt und liegt mit einer geringen Kraft, die ihrer gegen die Vorderfläche des Sockels hin gerichteten Gewichtskomponente entspricht, auf den Lagern 3 auf. Der Draht 6, der mit einem an seinem Ende befindlichen Haken in ein in die Platte gebohrtes Loch eingreift, verläuft auf seinem zur Platte hin führenden, letzten geraden Teilstück parallel zur Plattenebene, so daß er die parallel zur Plattenebene wirkende Komponente des Plattengewichtes aufnimmt, ohne jedoch die zur Vorderfläche des Sockels hin gerichteten Kräfte zu beeinflussen. Damit ist die Platte drei-Punkt-gelagert und somit statisch bestimmt und kann sowohl Torsions- als auch Biegeschwingungen ausführen, ohne daß sich an der Verteilung der statischen Lagerkräfte etwas ändert.

Ist das Loch, in das der Draht 6 eingreift, im Schnittpunkt der Plattenlängsachse, die die Knotenlinie der Torsionschwingung der Platte bildet, mit einer der Knotenlinien der auszuwertenden einfachsten Biegeschwingung der Platte angeordnet, so übt das durch den Draht gebildete Lager auch auf das Schwingungsverhalten der Platte keinen Einfluß aus. Es können Torsions- und Biegeschwingungen der Platte sowohl einzeln als auch gleichzeitig angeregt werden. Sehr wichtig für eine hohe Güte der Plattenschwingungen ist das elastische Verhalten der die Lager 3 bildenden Ringe, die weich federnd, dabei aber extrem dämpfungsarm ausgebildet sein müssen. Im Versuch mit einer 20 x 50 mm großen, 0,3 mm dicken Platte haben sich Ringe aus hartem Edelstahlblech von 25 µm Dicke mit einem Durchmesser von 7 mm und 1 mm Breite bewahrt. Es wurde eine Leergüte (Platte ohne Beschichtung) von 2000 erreicht.

In Fig. 2 ist die als Probenkörper verwendete Platte 1, auf dem Sockel 4a, 4b gelagert, in einer Klimakammer 7 dargestellt. Über Heizelemente 10 und kalten Stützstoff 9 kann die Temperatur in der Kammer vorgegeben werden. Mit Hilfe nicht dargestellter Thermofühler und einer geeigneten Steuerung lassen sich sowohl konstante als auch zeitlich veränderliche Temperaturen im Bereich zwischen -150°C und +250°C einstellen. Über einen Ein/Auslaßstutzen 8 läßt sich die Klimakammer evakuieren oder mit einem Gas höheren oder niedrigeren Druckes befüllen.

Die Anregung der Platte zu den gewünschten Eigenschwingungen erfolgt zweckmäßig mittels eines der Piezoelemente 2, während das andere Piezoelement als Sensor dient. Beide Piezoelemente können z. B. aus einer PZT-Keramik bestehen. Für Temperaturen über +250°C können LiNbO<sub>3</sub>-Elemente eingesetzt werden. Zur Anregung der Schwingung wird das als Aktor arbeitende Piezoelement mit Wechselspannung einer Frequenz beaufschlagt, die der Eigenfrequenz der gewünschten Schwingung der Platte – Torsion oder Biegung – entspricht. Eine Auswertung des Sensorsignals in Verbindung mit einer PLL-Funktion der Anregungsschaltung sorgt dafür, daß immer mit der Resonanzfrequenz erregt wird. Dabei wird jede Veränderung der Resonanzfrequenz über der Zeit aufgezeichnet. Eine Auswertung des Abklingvorgangs nach Abschaltung der Erregung liefert die Dämpfung bei der Resonanzfrequenz.

Alle interessierenden Resonanzfrequenzen der Platte (Resonanzkurve) erhält man, wenn mit dem Frequenzsweep eines Lock-in-Verstärkers angeregt wird. Durch sogenannte Fit-Prozeduren können derartige Resonanzkurven durch Funktionen angenähert und so auch die Dämpfung bestimmt werden.

Außer über ein Piezoelement kann die Platte auch mit Hilfe anderer Mittel zu Schwingungen angeregt werden. So kann z. B. – insbesondere dann, wenn die Platte aus ferromagnetischem Werkstoff besteht – mittels eines Magnetfeldes angeregt werden. Auch akustische Anregung mittels eines in der Nähe der Platte installierten Lautsprechersystems ist möglich. Ebenso kann die Auskoppelung der Schwingungssignale z. B. kapazitiv oder mittels Auswertung eines von der Plattenschwingung beeinflussten Magnetfeldes erfolgen. Derartige Verfahren arbeiten berührungsfrei. Anstelle der vorhandenen Piezoelemente können dann fest mit dem Sockel verbundene Ringe als Lager vorgesehen werden.

Die Berechnung der viskoelastischen Kenngrößen des die Beschichtung der Platte bildenden Stoffes erfolgt mittels eines geeigneten Rechnerprogrammes z. B. aus der Änderung  $\Delta f$  der Resonanzfrequenz  $f$  der Torsionsschwingung und der Änderung  $\Delta D$  der Dämpfung bei der Resonanzfrequenz  $f$  nach folgender, in guter Näherung geltender Beziehung:

$$\frac{2\Delta f}{f} \approx \frac{\frac{G'_L}{G_0} \left[ \left( 1 + \frac{\Delta h}{h} \right)^3 - 1 \right] - \frac{\rho_L}{\rho_0} * \frac{\Delta h}{h}}{1 + \frac{\rho_L}{\rho_0} * \frac{\Delta h}{h}} \quad \text{und} \quad \frac{\Delta D}{f} \approx \frac{\frac{G''_L}{G_0} \left[ \left( 1 + \frac{\Delta h}{h} \right)^3 - 1 \right]}{1 + \frac{\rho_L}{\rho_0} * \frac{\Delta h}{h}}$$

Auch die Biegeschwingung kann für eine solche Berechnung herangezogen werden. Für diese gelten dieselben Formeln, wenn Realteil  $G'_L$  und Imaginärteil  $G''_L$  des Schubmoduls der Beschichtung durch Realteil  $E'_L$  und Imaginärteil  $E''_L$  des Elastizitätsmoduls der Beschichtung und der Schubmodul  $G_0$  des Plattenmaterials durch den Elastizitätsmodul  $E_0$  des Plattenmaterials ersetzt werden.  $\rho_L$ ,  $\rho_0$  sind dabei die Dichten von Beschichtung und Platte.

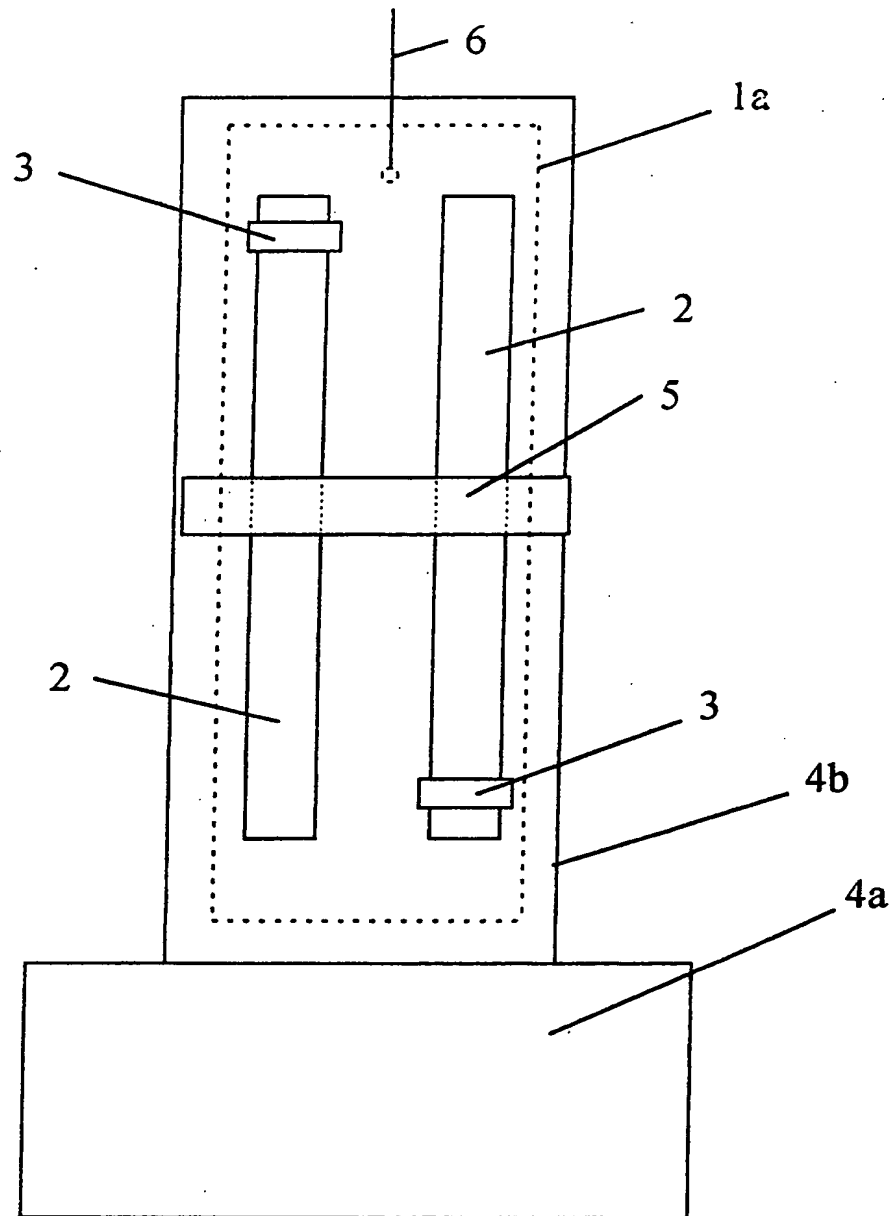
Der Index L bezieht sich jeweils auf die Beschichtung, der Index 0 auf das Plattenmaterial.  $\Delta h$  ist die Gesamtdicke der Beschichtung,  $h$  die Dicke des Trägers.

#### Patentansprüche

1. Einrichtung zur Bestimmung der viskoelastischen Kenngrößen eines festen oder flüssigen Stoffes mit Hilfe eines dämpfungsarm gelagerten oder aufgehängten, mit dem Stoff in Kontakt befindlichen Probenkörpers aus dämpfungsarmem Material, der mittels eines Aktorsystems zu Schwingungen anregbar ist, und dessen durch den Stoff beeinflusstes Schwingungsverhalten mittels eines Sensorsystems erfaßt und ausgewertet wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Probenkörper von einer mit dem zu untersuchenden Stoff beschichteten dünnen Platte (1) gebildet wird, die, an mehreren Punkten gelagert, über mindestens eines ihrer Lager eine Kraft auf einen als Sensor arbeitenden mechanisch-elektrischen Wandler (2) ausübt.

2. Einrichtung nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest eines der Lager durch einen in radialer Richtung belasteten Ring (3) aus dünnem, elastisch hartem Material, vorzugsweise Edelstahlblech mit weni-

Fig.1



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**